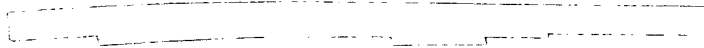


Japanese Examined Patent
Publication No. 20254/1992 (Tokukouhei 4-20254)

A. Relevance of the Above-identified Document

The following is a partial English translation of exemplary portions of non-English language information that may be relevant to the issue of patentability of the claims of the present application.

B. Translation of the Relevant Passages of the Document



[Detailed description of the invention]

When the energy density of the second laser beam 8 is set smaller than that of the first laser beam 4 so as not to fuse the polycrystalline silicon layer 2, and when thus set second laser beam 8 re-heats the polycrystalline silicon layer 2, it is possible to avoid abrupt decrease in temperature in the cooling-down period. In other words, it is possible to increase the time constant in the cooling-down period.

Namely, the first laser beam whose energy density is large enough to fuse the polycrystalline silicon film, and the second laser beam which does not fuse the film but has an enough heating power, are necessary. Further, when the two laser beams are positioned too far away

from each other, the polycrystalline silicon film is excessively cooled down after the passing of the first laser beam, and accordingly the time constant in the cooling-down period cannot be increased. As a result, the effect of the present invention cannot be expected. On the other hand, when the two laser beams are positioned too near to each other and partially overlaps, energy density at an overlapped region becomes too large, and accordingly the polycrystalline silicon layer is boiled and scattered.

⑤日本国特許庁(JP) ⑥特許出願公告

⑦特許公報(B2) 平4-20254

⑧公告 平成4年(1992)4月2日

⑨特許庁 庁内整理番号 7738-4M
H 01 L 21/258 B 9171-4M
21/20

⑩特許の頁 3 (全5頁)

⑪発明の名称 レーザ加熱方法および加熱装置

⑫特 願 昭57-05372 ⑬公 開 昭58-20123

⑭出 願 昭57(1992)5月20日 ⑮昭58(1993)11月24日

⑯発 明 者 川 崎 清 弘 大阪府門真市大字門真1008番地 松下電器産業株式会社内
⑰出 願 人 松下電器産業株式会社 大阪府門真市大字門真1008番地
⑱代 理 人 弁 理 士 小 堀 治 明 外 2 名
⑲著 査 官 吉 水 純 子

⑳参考文献 特開 昭56-28323 (JP, A) 特開 昭57-104217 (JP, A)

【特許請求の範囲】

- 1 少なくとも2本以上の同一波長のレーザビームを電力密度の高い順に少なくともビームスポット以上の距離を離して運動して走査しながら試料を照射することによって加熱することを特徴とするレーザ加熱方法。
- 2 複数のレーザビームのビームスポットの大きさが同一で、複数のレーザビームの電力が走査の順序に小さくなるように設定されている特許請求の範囲第1項に記載のレーザ加熱方法。
- 3 複数のレーザビームの電力が同一で、複数のレーザビームのビームスポットが走査の順番に大きくなるように設定されている特許請求の範囲第1項に記載のレーザ加熱方法。
- 4 直交した2本のレーザ光線より得られた2本のレーザビームを前記レーザビームと45度の角度をなして配置されたハーフミラーに入射し、透過光および反射光よりなる2本のレーザビームをそれぞれ走査可能な試料台上の試料に照射するとともに、一方のレーザ光線と上記ハーフミラーとの間にレーザビームを拡大する機能または減衰器が挿入され、上記光学経路を越えたレーザビームを走査の順でビームスポットが同時に重ならないように空間的に選別して照射することを特徴とするレーザ加熱装置。
- 5 ハーフミラーを用いて2等分された第1のレーザビームは直接に、また第2のレーザビームは

つて重要な改善が期待されている。

多結晶のシリコンのグレインサイズはCVD法による装置では堆積時の温度と時間によって異なるが1 μ mを超えることはなく一般的には0.1 μ m前後であり、したがって自由電子の移動度も10cm²/V・secを超えることはない。ところがレーザエミールを行なうとグレインサイズは急激に10 μ mを超えるものが得られ、自由電子の移動度も100cm²/V・secを上回る値が報告されている。

しかしながらレーザのビームスポットが照射しようとする面積に比べかなり小さいために走査が必要であり、またビームスポット内のエネルギー分布の不均一性も加わって均一なレーザ照射が難しい。

第1図は多結晶シリコンにレーザ照射を行なう場合の工程断面図を示す。1は絶縁性基板で石英もしくは表面を酸化された単結晶シリコン基板が選ばれる。MOSトランジスタなどの半導体素子を形成するに際して600℃以上の高温工程を使用しなければ基板1はガラス板でも選支ない。基板1上に多結晶シリコン膜2を例えば5000Åの厚みで堆積する。外気による汚染と焼結による飛散を防ぐためには例えば酸化シリコンなどの保護絶縁膜3を1000Å程度多結晶シリコン膜2に被覆しておくこととよい。

第1図に示すようにビームスポット10~100 μ m出力1~10Wのアルゴンレーザ光4を多結晶シリコン膜2に照射しながら毎秒数cmの速度でまず紙面と平行な方向に動かして基板1上の所定の領域の端まで走査し、次に紙面と垂直な方向にビームスポットの大きさの約半分、5~50 μ mほどのテップ状に動かして再び端から端まで走査する。この操作を繰り返すことにより多結晶シリコン膜2をレーザ照射する。実際にはレーザ光4を固定しておいて基板1を動かす操作で走査を行なっている。

第2図はレーザ照射終了後の斜視図である。ビームスポットの走査線に沿って溶融、再結晶化したグレイン5が多量に形成され、しかもその大きさが10~100 μ mとまちまちである。この状態で6として観察される。さらに基板1と多結晶シリコン膜2との熱膨張係数の違いから冷却時に多数のひび割れ7を生じることが分った。このため第2図に示されたような多結晶シリコン膜2を

用いてMOSトランジスタなどの半導体素子を作製すると特性の不揃いや低い歩留まりが顕著であるという重大な欠点が生じている。

一つの改善例として特開昭56-142630号公報では多結晶シリコン膜2の溶融にはアルゴンレーザを用い、石英基板1の加熱には炭酸ガスレーザを用いてこれら2本のレーザ光を同時に照射することにより多結晶シリコン膜2と石英基板1との界面の温度差を小さくし、ひび割れ7の発生を抑制する手段が示されている。しかしながらグレインサイズ5の不揃いに関しては何ら改善されていない。

本発明は上記した問題点を鑑みなされたもので、冷却時の時定数を小さくすることによりひび割れを抑制するとともにグレインサイズを揃えることを目的とする。本発明の要点は複数のレーザビームの導入にあり第3~6図とともに本発明の実施例について説明する。

第3図はレーザ照射を行なう場合の工程断面図であり、第1のレーザビーム4に続いて第2のレーザビーム8がある距離9だけ離れて運動しながら多結晶シリコン膜2を走査していく様子を示したものである。第1のレーザビーム4が照射された近傍の多結晶シリコン膜2'は直ちに溶融し、第1のレーザビーム4が動いていくと溶融している多結晶シリコン膜2'は直ちに冷却し始め再結晶化も始まるわけであるが、第1のレーザビーム4の通過後ある時間において第2のレーザビーム8が照射されるので冷却し始めていた多結晶シリコン膜2'は再び光エネルギーを吸収し再結晶が始まる。したがって第2のレーザビーム8のエネルギー密度を第1のレーザビーム4のエネルギー密度よりも小さくして多結晶シリコン膜2'が溶融しない程度に設定して再加熱するようにすれば冷却時の急激な温度低下を避けることができる。換言すれば冷却時の時定数を大きくすることができる。このため冷却時のストレスが緩和されて多結晶シリコン膜2にひび割れが発生することは著しく減少する。また再結晶化も結晶化時間が長くなるのでグレインが十分に成長してほぼ100 μ mを超える大きさに揃うといつた優れた効果が得られる。

レーザビーム数を増やすほど冷却時の時定数を大きくできるのでストレスの緩和とグレインの大きさに関しては好ましい結果が得られるが、レーザ

(3)

光源も含めて装置が大きくなるので、自ずと制約を受けることは言うまでもない。しかしながら最低限2本のレーザビームが必要なることは上記した実施例からも明らかである。すなわち多結晶シリコン膜を溶解するに十分なエネルギー密度を有する第1のレーザビームと、結晶化しないが十分な加熱力を有する第2のレーザビームが必要である。また2つのレーザビームの位置関係は確れ過ぎていて、第1のレーザビーム通過後の冷却が進行し過ぎていて、第2のレーザビームの加熱効果が十分に得られなくなる。逆に近づく過ぎて2つのレーザビームが重なってしまうと重なった領域のエネルギー密度が大きくなり過ぎて多結晶シリコン膜が溶解して飛散してしまう。したがって少なくとも2つのレーザビームが重ならない程度、換言すれば2つのレーザビームのビームスポットの大きさを以上離れているのが望ましい。

第4図は本発明の実施例を示すシステム図で、2台のレーザ光源10、11より2本のレーザビーム4、8を得てX-Y方向に走査可能な材料台12上に置かれた材料13に照射するものである。第2のレーザビーム8は前述したように第1のレーザビーム4よりエネルギー密度が小さくなるように出力を調整するが、あるいはビームスポットの大きさがレンズ系によつて可変され、なお材料台12はヒータなどにより昇温が可能で、材料13を基板加熱できるようにしていることは言うまでもない。この実施例では2本のレーザビームの出力とビームスポットの大きさと距離の選定が自由に選べるものの光源が2台必要のために装置が大きくなってしまう欠点がある。

第5図は本発明の他の実施例を示すシステム図で、レーザ光源は2台必要であるが同時に2枚の材料がレーザ照射可能である。2台の直交した光源10、11より2本のレーザビーム14、15を得て、これらをレーザビームと45度の角度をなす位置に配置されたハーフミラー16に入射する。透過レーザビーム8と反射レーザビーム4および同じく14'と8'を一对のレーザ光線としてレンズ系17および17'でフォーカス調整の材料台12、12'上の材料13、13'に照射する。本発明の趣旨にしたがつて2台の光源は一方が必ず他方よりエネルギー密度が高いレーザ光を

提供するように調整される。例えば出力が同じであればビームスポットが狭がるように光源あるいはハーフミラー16に致るまでの経路で調整される。そして材料台12、12'は材料13、13'に照射される一对のレーザビームのうちエネルギー密度の高い方が先に照射されるように走査される。

第6図は本発明の別の実施例を示すシステム図で、光学系はやや複雑になるが光源が1台で済む点に特徴がある。光源10より得られたレーザビーム14はレーザビーム4と45度の角度をなすハーフミラー16に入射し2等分されて反射レーザビーム4と透過レーザビーム8に分割される。透過レーザビーム8は複数のミラー18による光学経路を経て、また反射レーザビーム4は直接、走査可能な材料台12上の材料13に照射される。本発明の趣旨に従つて透過レーザビーム8は複数のミラー18よりなる光学経路中に挿入されたレンズ系または減衰器19によつてビームスポットを拡大せられたか出力を減じられてエネルギー密度を低下せられた後に材料13上で反射レーザビーム4よりわずかに離れた所に照射される。

以上述べたように本発明は単数または複数のレーザ光源より少なくとも2本以上の同一波長のレーザビームを得て、それらを電力密度の高い順に少なくともビームスポット以上の距離を離して逐次走査しながら材料を照射することによつて加熱するから、最初のレーザビームによつて溶融した材料は冷却が終らないうちに再加熱によつて昇温し、また冷却が始まるようにただ1本のレーザビームが通過後に急激に冷却が始まるのではなく、再加熱による昇温と冷却を繰り返すだけ冷却の時間数が長くなつて材料に発生するストレスは少なくなり、基板との界面にひび割れ、クラック、脱剥離などが生じる現象も著しく減少する。さらに冷却の時間数が長くなることは再結晶化時間が増えるのと等価で、したがってグレインも十分に成長して大きさが揃うのである。

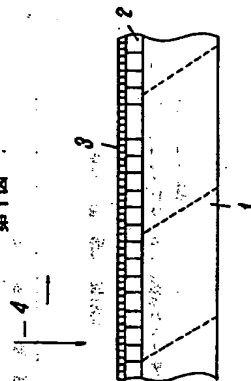
本発明の趣旨は実施例で述べたアルゴンレーザによる石英板上の多結晶シリコンのアニールに限定されるものでないことは明らかである。

(4)

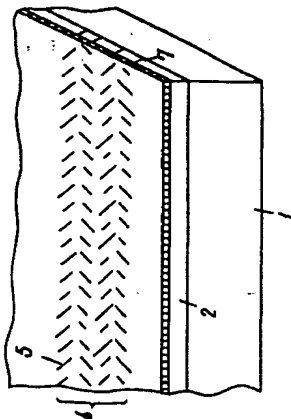
【図面の簡単な説明】

第1図～第2図は従来例によるレーザアニールの工程断面図とアニール後の斜視図、第3図～第6図は本発明によるレーザアニールの状態の斜視図と要部断面図である。

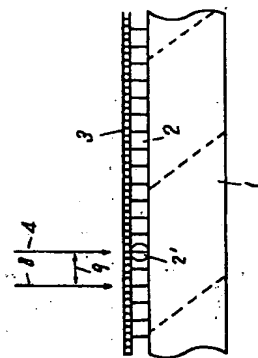
第1図



第2図

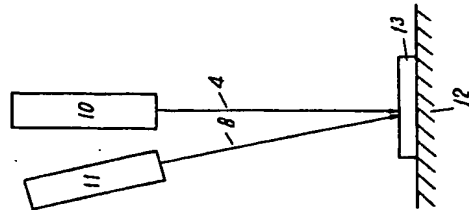


第3図

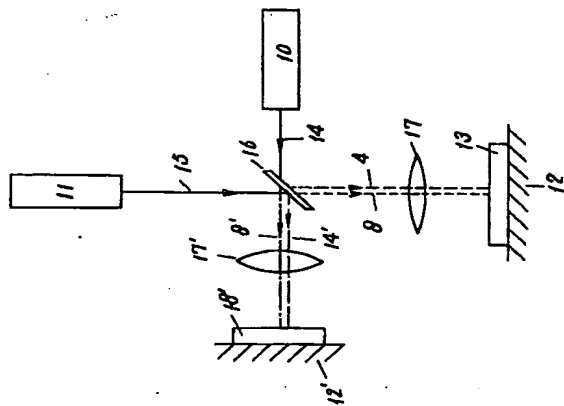


(5)

第4图



第5图



第6图

